

# 仙骨部表面治療的電気刺激による体性感覚誘発脳磁界に関する研究

著者	松下 真史
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	医博第2737号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/50970">http://hdl.handle.net/10097/50970</a>

氏 名 まつした まぶみ 松下 真史

学 位 の 種 類 博士 (医学)

学位授与年月日 平成 22 年 3 月 25 日

学位授与の条件 学位規則第 4 条第 1 項

研 究 科 専 攻 東北大学大学院医学系研究科 (博士課程) 医科学専攻

学位論文題目 仙骨部表面治療的電気刺激による体性感覚誘発脳磁界に関する研究

論文審査委員 主査 教授 荒井 陽一

教授 川瀬 哲明 教授 永富 良一

## 論 文 内 容 要 旨

目的： 難治性の頻尿や尿失禁などの治療法としての仙骨部表面治療的電気刺激(Sacral surface therapeutic electrical stimulation: SSTES)は有効と報告されているが、作用機序はまだよく分かっていない。今回、SSTES の中枢神経系への影響を調べるため、脳磁図を用いて体性感覚誘発脳磁界を指標に大脳皮質への影響を検討し、さらに体性感覚誘発脳磁界を指標に SSTES の至適条件を検討した。

対象と方法： 対象は健康男性 6 名。仙骨部皮膚上に左右対称においた刺激電極(4 × 9 cm)から刺激を行い、ヘルメット型脳磁計による体性感覚誘発脳磁界を測定した。刺激条件は疼痛下最大刺激、刺激波形は刺激幅 0.3 ms の両側矩形波とし、600 回の加算平均を行った。正中神経と後脛骨神経の電気刺激による体性感覚誘発脳磁界も測定し比較を行った。SSTES の第 1 波と第 2 波、および正中神経と後脛骨神経の第 1 波の頂点潜時における信号源を等価電流双極子モデルで推定し、被検者ごとに Magnetic resonance (MR)画像上に表示した。さらに SSTES の電極の大きさによる体性感覚誘発脳磁界の変化を測定した。電極の大きさは小(2 × 4.5 cm)、大(4 × 9 cm)とした。それぞれの電極の知覚閾値と疼痛下最大刺激閾値を測定し、刺激強度を知覚閾値の 3 倍(電流(弱))と疼痛下最大刺激(電流(強))のそれぞれについて体性感覚誘発脳磁界を測定した。それぞれの第 1 波の頂点潜時と信号源の等価電流双極子の信号強度を求め比較検討した。

結果： SSTES による体性感覚誘発脳磁界の第 1 波潜時は 30.2 ± 0.8 (平均±標準偏差) ms であり、正中神経(21.0 ± 0.9) ms より長く、後脛骨神経(39.3 ± 1.4) ms よりも短かった。第 2 波潜時は 47.9 ± 2.9 ms であった。第 1 波および第 2 波の等価電流双極子は頭頂部の中心溝付近に推定された。等価電流双極子の信号強度は SSTES で正中神経、後脛骨神経と比べ小さい傾向がみられたが統計学的有意差は認めなかった。

電極(小)と電極(大)の知覚閾値はそれぞれ 3.0 ± 0.9 mA と 6.2 ± 1.9 mA (p<0.05)、疼痛閾値は 24.0 ± 10.3 mA と 43.2 ± 14.6 mA (p<0.05)であり有意差をもって電極(大)の方が高い値であった。電極(小)の電流(弱)では反応が小さく等価電流双極子の信号強度は測定不能だった。電極(小)の電流(強)では 10.3 ± 3.7 nAm、電極(大)の電流(弱)では 8.6 ± 2.0 nAm、電極(大)の電流(小の強)では 13.2 ± 2.8 nAm、電極(大)の電流(強)では 19.7 ± 3.6 nAm(p<0.05)であり、電極(大)の電流(強)が全ての条件において有意差をもって最も信号強度が大きかった。SSTES の第 1 波の頂点潜時は電極(小)の電流(強)では 30.4 ± 0.5 ms、電極(大)の電流(弱)では 32.7 ± 1.8 ms、電極(大)の電流(小の強)では 32.8 ± 2.7 ms、電極(大)の電流(強)

では  $30.2 \pm 1.0$  ms であり統計学的有意差は認めなかった。

結語： SSTES の第 1 波および第 2 波の等価電流双極子は頭頂部の中心溝付近に推定されており、このことは SSTES においても一次体性感覚野由来の信号が測定できたことを示すと思われた。今回、様々な条件下でも SSTES による体性感覚誘発脳磁界を計測することができ、大きい電極と強い刺激電流において最も強い信号強度を捉えることができた。このことは SSTES においても大きい電極と強い刺激電流がより効果的であると推測された。低侵襲である脳磁図は SSTES を含めた電気刺激療法の条件設定に有用であると思われた。

## 審 査 結 果 の 要 旨

博士論文題名 仙骨部表面治療的電気刺激による体性感覚誘発脳磁界に関する研究

所属専攻・分野名 外科学 専攻 泌尿器科学 分野

氏名 松下真史

本研究は頻尿・尿失禁に対する新しく開発された治療法である仙骨部表面治療的電気刺激 (Sacral surface therapeutic electrical stimulation: SSTES)による大脳皮質の反応と、刺激電極形状の妥当性を体性感覚誘発脳磁界を使用して明らかにした初めての研究である。

本研究の方法は、健常男性 6 名に対して SSTES と同様に仙骨部皮膚上に刺激電極を貼付し、SSTES に類似した刺激を加え、ヘルメット型脳磁計による体性感覚誘発脳磁界を測定した。SSTES 刺激による大脳皮質の反応の第 1 波と第 2 波の頂点潜時における信号源を等価電流双極子モデルで推定した。さらに SSTES の電極の大きさと刺激電流強度を変えて体性感覚誘発脳磁界の変化を測定し、それぞれの第 1 波の頂点潜時と信号源の等価電流双極子の信号強度を求め比較検討した。

その結果は、SSTES による体性感覚誘発脳磁界の第 1 波の頂点潜時は  $30.2 \pm 0.8\text{ms}$ 、第 2 波の頂点潜時は  $47.9 \pm 2.9\text{ms}$  であり、第 1 波および第 2 波の等価電流双極子は頭頂部の中心溝付近に推定された。このことは SSTES においても一次体性感覚野由来の信号が測定できたことを示すと思われた。今回、様々な条件下でも SSTES による体性感覚誘発脳磁界を計測することができ、大きい電極と強い刺激電流において最も強い信号強度を捉えることができた。このことは SSTES においても大きい電極と強い刺激電流がより効果的であると推測された。低侵襲である脳磁図は SSTES を含めた電気刺激療法の条件設定に有用であると思われた。

この研究は SSTES による体性感覚誘発脳磁界を検討し、それに関する新たな知見が得られた学問的に意義深い研究である。

よって、本論文は博士（医学）の学位論文として合格と認める。